

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-90171

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	6/40		G 0 2 B	6/40
	6/12			6/24
	6/24			6/12
				Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-244060

(22) 出願日 平成7年(1995)9月22日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 堀 文明

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 日比野 善典

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 石井 元速

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

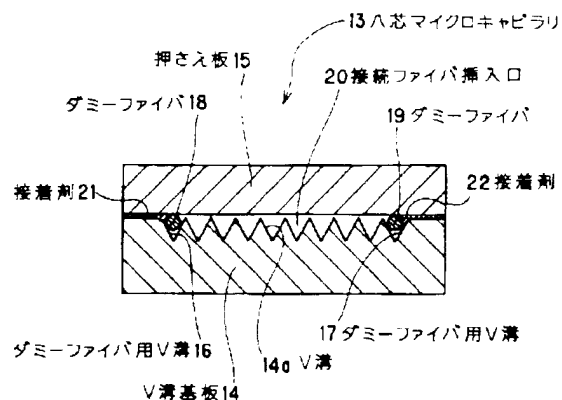
(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 多芯マイクロキャピラリとこれを用いた光導波回路と光ファイバとの接続方法

(57) 【要約】

【課題】 多芯光ファイバを無調芯で光導波回路に接続する。

【解決手段】 V溝基板14上に複数のV溝14aを形成すると共に、V溝14aの両端にダミーファイバ用V溝16、17を形成する。V溝14aに比べV溝16、17は浅くなっている。ダミーファイバ18、19をV溝16、17に入れ、押さえ板15を備え、接着剤21、22により固定する。押さえ板15とV溝14aとの空間が接続ファイバ挿入口20となり、接続する光ファイバを接続ファイバ挿入口20に挿入して接続が行われる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、光ファイバを挿入するための少なくとも1本以上が整列した第1のV溝と、この第1のV溝の両端に第1のV溝の深さよりもわずかに浅くした一対の第2のV溝を形成し、第2のV溝にダミーファイバを整列させた後、第1及び第2のV溝を覆う押さえ板で前記ダミーファイバを前記基板に向い押さえ、前記基板と前記押さえ板と前記ダミーファイバで囲まれて形成された空間に接着剤を挿入して前記基板と前記押さえ板と前記ダミーファイバを固定してなることを特徴とする多芯マイクロキャピラリ。

【請求項2】 基板上に、光ファイバを挿入するための少なくとも1本以上が整列した第1のV溝と、この第1のV溝の両端に第1のV溝の深さよりもわずかに浅くした一対の第2のV溝を形成し、第2のV溝にダミーファイバを整列させた後、第1及び第2のV溝を覆う押さえ板で前記ダミーファイバを前記基板に向い押さえ、前記基板と前記押さえ板と前記ダミーファイバで囲まれて形成された空間に接着剤を挿入して前記基板と前記押さえ板と前記ダミーファイバを固定してなる多芯マイクロキャピラリを用いて、光導波回路と光ファイバとを接続する方法であって、

前記多芯マイクロキャピラリと、光導波回路の接続端面とを位置合わせ・固定して多芯マイクロキャピラリと光導波回路を一体化した後、前記多芯マイクロキャピラリに光ファイバを挿入することを特徴とする光導波回路と光ファイバとの接続方法。

【請求項3】 基板上に、光ファイバを挿入するための少なくとも1本以上が整列した第1のV溝と、この第1のV溝の両端に第1のV溝の深さよりもわずかに浅くした一対の第2のV溝を形成し、第2のV溝にダミーファイバを整列させた後、第1及び第2のV溝を覆う押さえ板で前記ダミーファイバを前記基板に向い押さえ、前記基板と前記押さえ板と前記ダミーファイバで囲まれて形成された空間に接着剤を挿入して前記基板と前記押さえ板と前記ダミーファイバを固定してなる多芯マイクロキャピラリを用いて、光導波回路と光ファイバとを接続する方法であって、

前記多芯マイクロキャピラリと、光導波回路の接続端面とを位置合わせ・固定して多芯マイクロキャピラリと光導波回路を一体化した後、前記多芯マイクロキャピラリに、先端が任意の角度で細くなっている光ファイバを挿入することを特徴とする光導波回路と光ファイバとの接続方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多芯マイクロキャピラリとこれを用いた光導波回路と光ファイバとの接続方法に関し、無調芯で光導波回路と光ファイバとを、精度よく簡単に接続できるように工夫したものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、平面基板上にコアとクラッドよりなる光導波回路を形成して各種の光回路(PLC)部品を構成しようとする研究開発が盛んに進められており、光通信や光ネットワークに応用されようとしている。

【0003】光回路部品を実際のシステムで使用する場合、光信号の入出力部に光ファイバを接続しなければならない。この工程で最も重要なのは、如何にして低損失で光ファイバを接続するかである。すなわち、光導波回路のコアと光ファイバのコアとの光軸を精密に位置合わせする技術が必要となる。図4に両者のコア光軸の位置ズレと接続損失の関係を示す。光軸に対する位置ズレが0.75 $\mu$ mで0.1dBの接続損失となる。図4から、低接続損失の実現には位置ズレを0.75 $\mu$ m以下、大きくとも1 $\mu$ mにしなければならないことが分かる。

【0004】この実現のために、光回路部品と光ファイバに光を通して透過光が最大になるように両者を位置合わせする調芯接続法が行われている。この方法は、低損失でしかも確実に接続が実現でき、この手段で接続された光回路部品が光ネットワークに実用化され始めている。

【0005】光回路部品の更なる発展のためには、低価格化や量産化技術の確立を図ることが必須な条件であり、そのための課題の一つが無調芯接続技術の確立である。

【0006】無調芯接続技術の一つの方法として、図5及び図6に示すような、既存のMTコネクタと光回路部品を接続する方法が提案されている。MTコネクタは多芯ファイバの簡易接続用として開発されたコネクタであり、主なる使用法は、図5及び図6のようなMTコネクタ6同士をガイドピン4によって接続して多芯光ファイバを一括で接続する方法であり、この接続方法を光回路部品の接続に応用したものである。即ち図5はMTコネクタと光回路部品を接続する模式図、図6は図5におけるA-A'の断面図である。この方法は、ガイドピン4によってMTコネクタ6と光回路部品を位置決めし、相対的に両者のコア同士をも位置決めする方法である。従って、この方法の接続損失はガイドピン4の位置と導波路コアの位置関係に依存する。

【0007】図5及び図6に示す無調芯接続技術を更に詳述すると、基板1上に光導波回路2を形成してなる光回路部品には、ガイド用V溝3が形成されている。MTコネクタ6には、接着剤挿入口7から挿入された接着剤により八芯テープファイバ8が固定されている。そしてMTコネクタ6には、その端面にコア9が位置すると共に、ガイドピン4が備えられている。ガイドピン4は、ガイド用V溝3に挿入されると共に押さえ板5により押さえられて位置決めされる。これにより光導波回路2のコア2aと、八芯テープファイバ8のコア9とが位置合

わせされる

【0008】無調芯技術のもう一つの方法として、図7に示した方法が提案されている。この方法は、光導波回路2の端面に、図8に示す断面形状のガラス製の単芯のマイクロキャピラリ12を押さえ板10等を用いて任意の手段で調芯して固定し、その後、接続したい光ファイバ11をマイクロキャピラリ12に挿入する方法である。この方法は、マイクロキャピラリ12を固定する際にあらかじめ最適位置に調芯しなければならないが、それが故に再現性が良く、マイクロキャピラリ12を固定すれば、あとは、工程上最も最適な箇所であらば光ファイバ11を挿入すれば低接続損失が実現できる

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで図5及び図6に示す従来方法では、ガイドピン4をガイドするガイド用V溝3の位置精度に問題がある。即ち光導波回路2（図では8芯の場合）のコア2aは、シリコン基板1上に $250 \pm 0.1 \mu\text{m}$ のピッチで精度良く作製されている。このコア2aに対してガイド用V溝3の位置の寸法誤差は、例えば接続損失が0.1dB前後の低損失化を実現するためには、図4からわかるように、所定の寸法に対し $1 \mu\text{m}$ 以下の精度で作製しなければならない。このガイド用V溝3は機械加工で作製されるが、機械加工による深さ方向の絶対精度は $\pm 5 \mu\text{m}$ 程度であり、そのバラツキも大きい。

【0010】また、平面型光導波回路2は基板1上にガラス回路を形成するため、基板1とガラス回路の膨張係数の差に依って光導波回路2に反りが生じている。この反りは光導波回路2毎に異なるものであり、ガイド用V溝3の深さはこの反りも加味しなければならない。このような諸要因により、ガイド用V溝3の深さ精度を $1 \mu\text{m}$ 以下に加工するのは非常に難しく、このために加工精度の再現性（歩留まり）は悪いという問題がある。

【0011】また、MTコネクタ6は成形品であり、その金型は数百万と高価なものである。従って、任意のピッチのMTコネクタ6を安価に入手することはできない欠点がある。

【0012】一方、図7及び図8に示す従来技術では、単芯の光ファイバを接続することは実用上問題はないが、図7に示した2芯以上の多芯光ファイバの接続には問題がある。すなわち、光導波回路2のコアは通常 $250 \mu\text{m}$ ピッチで設計されているので、マイクロキャピラリ12の外径は $250 \mu\text{m}$ 以下でなければならないが、現実には内径 $126 \mu\text{m}$ で外径が $250 \mu\text{m}$ 以下のマイクロキャピラリ12を作製することは難しいこと、多芯の場合にはその数だけ調芯作業が必要になることなどの欠点がある。

【0013】本発明は、上記従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、具体的には寸法精度に優れた多芯マイクロキャピラリの簡単な作成技術と、本マ

イクロキャピラリを用いた光導波回路と多芯ファイバの無調芯接続技術を提供するものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明は、基板上に、光ファイバを挿入するための少なくとも1本以上が整列した第1のV溝と、この第1のV溝の両端に第1のV溝の深さよりもわずかに浅くした一対の第2のV溝を形成し、第2のV溝にダミーファイバを整列させた後、第1及び第2のV溝を覆う押さえ板で前記ダミーファイバを前記基板に向い押さえ、前記基板と前記押さえ板と前記ダミーファイバで囲まれて形成された空間に接着剤を挿入して前記基板と前記押さえ板と前記ダミーファイバを固定してなることを特徴とする。

【0015】また本発明は、基板上に、光ファイバを挿入するための少なくとも1本以上が整列した第1のV溝と、この第1のV溝の両端に第1のV溝の深さよりもわずかに浅くした一対の第2のV溝を形成し、第2のV溝にダミーファイバを整列させた後、第1及び第2のV溝を覆う押さえ板で前記ダミーファイバを前記基板に向い押さえ、前記基板と前記押さえ板と前記ダミーファイバで囲まれて形成された空間に接着剤を挿入して前記基板と前記押さえ板と前記ダミーファイバを固定してなる多芯マイクロキャピラリを用いて、光導波回路と光ファイバとを接続する方法であって、前記多芯マイクロキャピラリと、光導波回路の接続端面とを位置合わせ・固定して多芯マイクロキャピラリと光導波回路を一体化した後、前記多芯マイクロキャピラリに光ファイバを挿入することを特徴とする。

【0016】更に本発明は、基板上に、光ファイバを挿入するための少なくとも1本以上が整列した第1のV溝と、この第1のV溝の両端に第1のV溝の深さよりもわずかに浅くした一対の第2のV溝を形成し、第2のV溝にダミーファイバを整列させた後、第1及び第2のV溝を覆う押さえ板で前記ダミーファイバを前記基板に向い押さえ、前記基板と前記押さえ板と前記ダミーファイバで囲まれて形成された空間に接着剤を挿入して前記基板と前記押さえ板と前記ダミーファイバを固定してなる多芯マイクロキャピラリを用いて、光導波回路と光ファイバとを接続する方法であって、前記多芯マイクロキャピラリと、光導波回路の接続端面とを位置合わせ・固定して多芯マイクロキャピラリと光導波回路を一体化した後、前記多芯マイクロキャピラリに、先端が任意の角度で細くなっている光ファイバを挿入することを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明に係る多芯マイクロキャピラリを示す断面図、図2はこのマイクロキャピラリを用いた接続構成を示す。

【0018】図1に示すように本発明のn芯マイクロキ

5

マイクロキャビリティ13は、V溝基板14と押さえ板15とダミーファイバ18、19から構成される。V溝基板14の上には、8芯の第1のV溝14aと、このV溝14aの両端に位置する第2のV溝である一対のダミーファイバ用V溝16、17が形成されている。V溝14a、16、17を所定のピッチで $\pm 0.1\mu\text{m}$ の精度で加工することは従来からの技術で可能である。

【0019】図1に示す八芯マイクロキャビリティ13の作成方法は次のとおりである。即ち、機械加工により角度が60度の第1の8芯のV溝14aを加工し、その両端に8芯V溝14aより深さが数 $\mu\text{m}$ 浅い第2V溝であるダミーファイバ用V溝16、17を加工する。両端のダミーファイバ用V溝16、17に、通常使用されている外径が $125\mu\text{m}$ の裸ファイバ(ダミーファイバ)18、19を整列させて押さえ板15で覆う。V溝基板14と押さえ板15とダミーファイバ18、19の各部材から形成される空間にUV接着剤21、22を充填し紫外線を照射して3つの部材を一体化する。この結果、V溝14aと押さえ板15から成る空間20は、両端に加工した第2のV溝16、17の深さに応じて $125\mu\text{m}$ の裸ファイバが挿入可能な空間、即ち接続ファイバ挿入口20となる。即ち、本発明では機械加工によるV溝14a、16、17の深さの絶対値は必要なく、第1の8芯のV溝14aと第2の一対のV溝16、17の深さを相対的に変えることで多芯(八芯)マイクロキャビリティ13が作成できる。

【0020】例えば角度が60度のV溝の場合、第1のV溝14aに対して第2のV溝16、17の深さを $1.5\mu\text{m}$ 浅く加工して第2のV溝16、17に $125\mu\text{m}$ のダミーファイバ18、19を整列させると、第1のV溝14aと押さえ板15から成る円の直径は $126\mu\text{m}$ となる。MTコネクタのファイバ挿入口径が $126\mu\text{m}$ であり、口径の精度としては充分である。ここで、機械加工による相対的な深さの制御は $0.1\mu\text{m}$ の精度が可能である。また、機械加工ではV溝14a、16、17の間隔が自由に設定できるので、どのようなピッチの光導波回路にも対応できるマイクロキャビリティが簡単に作製できる大きな利点がある。

【0021】以上のようにして作製した八芯マイクロキャビリティ13を光導波回路端面のコアと位置合わせした後、接着固定する。図2が光導波回路部品の接続面に本発明によるマイクロキャビリティ13が固定された図である。

【0022】位置合わせのひとつの方法は、八芯マイクロキャビリティ13の任意の2芯に光ファイバを挿入し押さえ板10で押さえ、この光ファイバに光を入射して光導波回路2と調芯する。調芯後、接続単面にUV接着剤を滴下して紫外線を照射し固定する。この工程に先立って、挿入した調芯用光ファイバは抜いておく。

【0023】位置合わせの他のひとつの方法は、接続す

6

る光導波回路2の反対から白色光をあてて接続端面上のコア部分が鮮明に分かるようにする。約 $8\mu\text{m}$ 角のコアの中心点とマイクロキャビリティ13の中心点を合わせてUV接着剤を滴下し固定する。この作業は顕微鏡下で行い、例えば十字のマーカを基準にして、コアとマイクロキャビリティ13の各中心点を合わせる。

【0024】このようにして光導波回路2とマイクロキャビリティ13を一体化すれば、その後の任意の工程でキャビリティ13に光ファイバを挿入することで低損失な接続が簡単にできる。つまり、図2の例では、八芯テープファイバ8を固定したファイバブロック24の接続用八芯ファイバ23を、八芯マイクロキャビリティ13の接続ファイバ挿入口20に挿入することにより、接続ができる。

【0025】また、マイクロキャビリティ13に挿入する光ファイバに先球ファイバを使用すれば、光導波回路2の接続面が直角研磨であっても接続部の反射減衰量を大きくすることができる。

【0026】〔実施例〕以下に本発明の実施例を説明する。

【0027】(第1実施例)まずはじめに第1実施例について説明する。第1実施例では、NC制御の機械により $5\text{mm}$ 角のガラス基板に $250\mu\text{m}$ 間隔で角度が60度の第1のV溝を8本加工した。加工プログラムでは第1のV溝の深さを $150\mu\text{m}$ とした。第1のV溝の両端から $250\mu\text{m}$ 間隔の位置に一対の第2のV溝を加工した。第2のV溝の深さは、第1のV溝より $1.5\mu\text{m}$ 浅い $148.5\mu\text{m}$ とした。

【0028】このようにして作製したV溝の形状を触針法で測定した結果、第1のV溝の深さは $153.3\mu\text{m}$ 、第2のV溝の深さは $151.8\mu\text{m}$ 、その差は設計値の $1.5\mu\text{m}$ と一致した。

【0029】次に、第2のV溝に直径 $125\mu\text{m}$ のダミーファイバを整列させ、その上をガラス製の押さえ板で覆った。押さえ板15は、図3のように接続面と反対側の端部を面取り加工し、また長さはV溝より短くすることで後のファイバ挿入がしやすいようにした。

【0030】次に、V溝基板14と押さえ板15とダミーファイバで形成される空間で、ダミーファイバの外側の空間に毛细管現象でUV接着剤を浸透させ、紫外線を3分間照射した。次いで、接続端部を直角に研磨して八芯マイクロキャビリティを作製した。

【0031】このようにして作製した八芯マイクロキャビリティと、コア間隔が $250\mu\text{m}$ ピッチの1・8光導波回路を接続した。接続損失を明確にするため、1芯の入力側は従来の調芯法でファイバを完全に固定した。

【0032】まず、調芯装置に光導波回路とマイクロキャビリティをセットした。次いで、マイクロキャビリティの1ポートと8ポートにファイバを挿入し、各ファイバを受光器にセットした。このような状態で入力ファイバに

光を入射し、2ポートの光量が最大となるように自動調芯した。調芯後、調芯のために挿入したファイバを抜き取って光導波回路とマイクロキャピラリの接続面にUV接着剤を塗布し、次いで紫外線を2分間照射して両部品の接続を完了した。

【0033】このような工程によって端面にマイクロキャピラリが接続された1・8光導波回路を合計20個作製した。各光導波回路のマイクロキャピラリに8本のファイバを挿入し、接続損失を測定した。尚、8本のファイバには通常使用されている八芯テープファイバを用いた。また、光導波回路とファイバの接続面にはマッティングオイルを塗布した。この結果、接続部合計160箇所の接続損失の平均は0.12dBと非常に低損失であった。この結果は、本発明のマイクロキャピラリが高精度で作製されていることを示すものである。また、反射減衰量は40～50dBの範囲であった。

【0034】(第2実施例)次に第2実施例について説明する。第2実施例では、第1のV溝は角度が60度のV溝を250μm間隔で32本作製した。また、第2のV溝は第1のV溝より2.5μm浅くした。その他は第1実施例と同様な条件で32芯マイクロキャピラリを作製した。このマイクロキャピラリを1・3光導波回路に接続した。接続方法は第1実施例と同じである。接続後、八芯テープファイバを4組み使用して32芯の接続損失を測定した。この結果、32ポートの平均接続損失は0.18dBと低損失な結果であった。

【0035】(第3実施例)次に第3実施例について説明する。第3実施例では、第1実施例と同じ八芯マイクロキャピラリを作製した。これを第1実施例と同じ方法で、光導波回路の接続端面に調芯固定した。次いで、無調芯接続には先端角度が50度、曲率半径が20度に加工作された先球ファイバを用いて行った。両接続面には屈折率が整合したマッティングオイルを塗布した。この結果、反射減衰量は8ポート全てのポートで50dB以上であった。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、最終的にファイバを挿入するキャピラリを形成する第1のV溝と、このV溝と深さが相対的に異なる第2のV溝を第1のV溝の両側に形成し、第2のV溝にダミーファイバを整列させた後、押さえ板で覆うことにより多芯マイクロキャピラリを作製することと、このマイクロキャピラリを任意の手段で調芯して光導波回路の接続面に固定することを特徴とした本発明によれば、非常に寸法精度が良い2芯以上

のマイクロキャピラリが作製できることや、キャピラリの間隔は光導波回路に合わせて自由に設定できる等の利点がある。また、このような高精度なマイクロキャピラリを光導波回路に接続すれば、その後は無調芯で接続部の光軸の軸ズレを最少に抑えることができ、従って再現性良く接続損失の低減化が図られる。さらに、接続ファイバに先球ファイバを用いることにより、接続面が直角であっても反射減衰量を大きくできる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係るマイクロキャピラリを示す断面図。

【図2】実施例に係るマイクロキャピラリを用いた接続状態を示す斜視図。

【図3】実施例に係るマイクロキャピラリを示す側面図。

【図4】軸ズレと接続損失との関係を示す特性図。

【図5】MTコネクタを用いた従来技術を示す斜視図。

【図6】図5のA-A'断面を示す断面図。

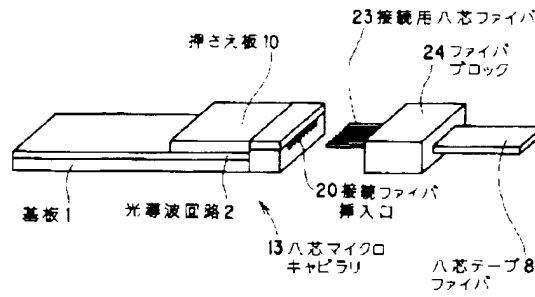
【図7】一芯のマイクロキャピラリを用いた従来技術を示す斜視図。

【図8】一芯のマイクロキャピラリを示す断面図。

【符号の説明】

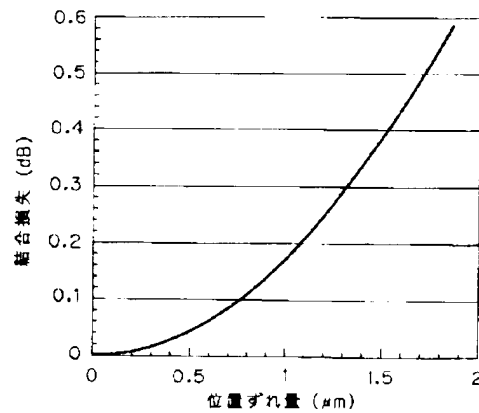
- 1 基板
- 2 光導波回路
- 2a コア
- 3 ガイド用V溝
- 4 ガイドピン
- 5 押さえ板
- 6 MTコネクタ
- 7 接着剤挿入口
- 8 八芯テープファイバ
- 9 コア
- 10 押さえ板
- 11 光ファイバ
- 12 マイクロキャピラリ
- 13 八芯マイクロキャピラリ
- 14 V溝基板
- 15 押さえ板
- 16、17 ダミーファイバ用V溝
- 18、19 ダミーファイバ
- 20 接続ファイバ挿入口
- 21、22 接着剤層
- 23 接続用8芯ファイバ
- 24 ファイバブロック

【图 2】

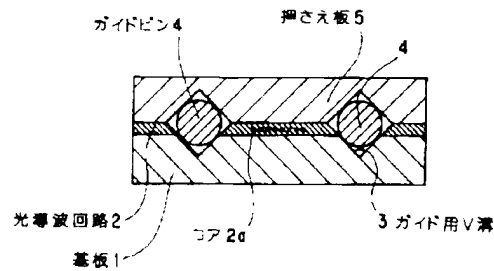


【图8】

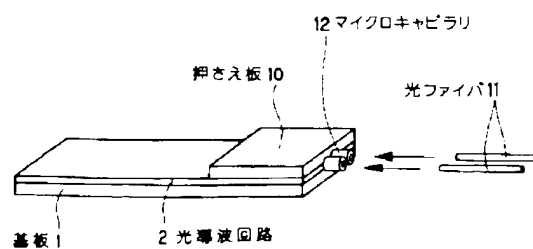
【图4】



【例 6】



【図7】



CLIPPEDIMAGE= JP409090171A

PAT-NO: JP409090171A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09090171 A

TITLE: MULTI-CONDUCTOR MICRO CAPILLARY, AND CONNECTING  
METHOD FOR OPTICAL  
WAVEGUIDE CIRCUIT USING IT AND OPTICAL FIBER

PUBN-DATE: April 4, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HANAWA, FUMIAKI

HIBINO, YOSHINORI

ISHII, MOTOHAYA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07244060

APPL-DATE: September 22, 1995

INT-CL (IPC): G02B006/40;G02B006/12 ;G02B006/24

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To connect a multi-conductor fiber to  
an optical  
waveguide circuit with a non-adjusted core.

SOLUTION: Plural V-grooves 14a are formed on a V-groove  
substrate 14 and dummy  
fiber V-grooves 16 and 17 are formed at the both ends of the  
V-grooves 14a.  
The V-grooves 16 and 17 are shallow compared with the  
V-grooves 14a. Dummy  
fibers 18 and 19 are putted into the V-grooves 16 and 17 and  
they are fixed  
with adhesive by using a pressing board 15. A space between  
the pressing board  
15 and the V-grooves 14a becomes a connection fiber insertion  
port 20, and the

connected optical fiber is inserted into the connection fiber  
insertion port 20  
so as to execute connection.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO